

## 봉선화(*Impatiens balsamina*)의 인삼점무늬병균에 대한 항균활성

안태진\*<sup>†</sup> · 신유수\* · 이승은\* · 안영섭\* · 김영국\* · 박충범\* · 유승헌\*\*

\*충북 음성군 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, \*\*대전광역시 유성구 충남대학교 농업생명과학대학

### Antifungal Activity of *Impatiens balsamina* against Ginseng Pathogen *Alternaria panax*

Tae Jin An\*<sup>†</sup>, Yu Su Shin\*, Seung Eun Lee\*, Young Sup Ahn\*, Young Guk Kim\*,  
Chung Berm Park\*, and Seung Hun Yu\*\*

\*Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

\*\*College of Agriculture & Life Sciences, Chungnam National University Daejeon, 305-764, Korea.

**ABSTRACT** : This study was conducted to find out environment-friendly disease control method to *Alternaria* blight caused by *Alternaria panax* of ginseng. For this study, 150 methanol extracts from medicinal plants were evaluated and the extract of *Impatiens balsamina* showed most strong antifungal activity against *A. panax*. The methanol extract of *I. balsamina* showed also stable antifungal activity against other ginseng pathogens such as *Botrytis cinerea* and *Fusarium* sp., when treated by heat or pH. *In vivo*, *Alternaria* blight incidence rate was low of 13% with the treatment of *I. balsamina* methanol extract compared to 35% of the non-treatment. The antifungal compound of *I. balsamina* was purified and identified by using a silica gel column chromatography, TLC and ESI-LC/MS/MS analysis. The compound which showed strong antifungal activity was identified as 2-methoxy-1,4-naphthoquinone (C<sub>11</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>).

**Key Words** : *Impatiens balsamina*, Antifungal Activity, *Alternaria panax*

## 서 언

*Alternaria* 속 곰팡이에 의해 발생하는 식물병은 과수, 채소, 관상식물, 약용식물, 잡초 등 많은 식물에서 흔히 관찰할 수 있는 병으로서 주로 식물체의 잎에 발생하지만 줄기, 꽃 그리고 열매에도 발생한다. 그 중 *Alternaria panax* 는 인삼에 큰 피해를 주는 점무늬병을 일으키며 가시오갈피, 독활, 오갈피, 두릅나무, 음나무 등과 같이 주로 약용으로 이용되는 두릅나무과(Araliaceae) 식물에도 병을 일으키는 것으로 보고되어 있다 (Yu *et al.*, 1992; Yu, 2001). *A. panax*에 의한 인삼점무늬병은 잎, 잎자루, 뿌리 등에 발생하며 잎에서는 원형 내지 부정형의 암갈색 반점으로 나타나고 병반상에 암갈색, 곤봉형의 분생포자가 많이 형성된다. *A. panax*의 분생포자는 몸체의 크기가 24~92 × 16~21 μm이며, 부리부분은 12~28 × 4~8 μm이고 분생자경의 크기는 35~48 × 4~5 μm이다. 병원균의 발육적 온은 25~30°C이며, 분생포자 형성온도는 20~25°C이다. 인삼점무늬병은 4~5월 경부터 발생하기 시작하며 7~8월 장마이후에 피해가 크고 특히 고온다습한 조건에서 발생 및 피해가 많다

(Lee *et al.*, 1991). 병원균은 이병된 부위에서 균사체와 분생포자 형태로 월동하며, 분생포자가 비산하여 공기 전염한다. WTO의 창립 이후 그린라운드가 진행되면서 농업 또한 환경친화적 농업으로의 전환이 중요한 과제로 대두되었다. 작물보호 분야에서는 유기합성농약의 사용제한 및 잔류허용량의 규정 강화로 저독성, 생물학적 방제의 필요성이 대두되었다 (De Waard *et al.*, 1993). 이러한 관점에서 선진국들은 최근 인축 및 환경에 부작용이 적은 천연물로부터 항균활성 물질을 탐색하고 이를 이용한 저독성 농약의 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 국내에서도 여러 연구자들이 항균활성을 지닌 약용식물의 추출물을 이용해 *in-vitro* 에서 식물병원균의 포자 발아 억제나 균사생장 억제 효과를 조사하였으며 (Paik *et al.*, 1990; Paik *et al.*, 1994) 이들의 식물병 방제 효과에 관한 연구를 수행하여 오고 있으나 (Yu *et al.*, 2001; Choi *et al.*, 2002) 아직 식물유래 생화학농약의 개발 및 상품화 성과는 미미하다.

본 연구는 약용식물 150점의 메탄올 추출물을 이용하여 *in-vitro* 에서 주로 문제시 되는 인삼병원균에 대한 항균활성을

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5573 (E-mail) atj0083@korea.kr

Received 2009 November 15 / 1st Revised 2009 December 17 / Accepted 2009 December 22

조사하였고, 그 중 항균활성의 범위가 넓은 봉선화 (*Impatiens balsamina*) 추출물을 이용하여 인삼점무늬병 (*Alternaria blight*)에 대한 방제효과를 조사하고 봉선화 추출물중의 활성 물질의 정제와 동정을 통해 생화학적 방제제로서의 이용 가능성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 추출물 조제

본 시험에 사용된 150점의 약용식물 추출물은 시험포장 (수원)에서 2001~2002년 재배·수확한 약용식물과 중국에서 수집된 약용식물들을 사용하였다. 각각의 시료들을 물로 세척 후 65°C에서 1주일간 건조한 후, 밀링커터로 분말화하여 250 µm의 체로 친 후, 건조시료 중량 10배량의 메탄올 (100%, 70%)을 가해 환류냉각 추출법으로 74°C, 2시간, 2회 반복추출하였으며, 여과지 (Advantec)로 여과하여 얻어진 액을 감압 농축하여 건조물을 조제하였다.

### 2. 실험균주

조제된 약용식물 메탄올 추출물들의 항균활성을 조사하기 위해 인삼의 이병부로부터 분리하여 농촌진흥청 인삼특작부 (음성)에서 보관 중인 *Alternaria panax*, *Botrytis cinerea*, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium sp.*를 사용하였다.

### 3. In-vitro 활성검정

약용식물 추출물의 항균활성은 paper disc (Advantec, 8 mm in diameter) 법을 이용하여 검정하였다. 각각의 메탄올 추출물을 10 mg/ml 농도로 DMSO에 녹인 후 Paper disc에 50 µl 씩 처리하여 용매를 완전히 제거한 후 균이 접종된 증충배지에 치상하였다. *Alternaria panax*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium sp.*는 25°C에서 3일, *Cylindrocarpon destructans*는 20°C에서 7일간 배양한 후 생장억제환 (inhibition zone)의 직경을 측정하여 항균활성 유무 및 정도를 검정하였다.

### 4. 열 및 pH 안정성

In-vitro 검정을 통해 선발된 약용식물 추출물의 물리 화학적 안정성을 검토하고자 수행하였으며 열 및 pH에 관한 반응을 조사하였다. 열 안정성은 40, 60, 80, 100°C의 온도에서 1시간 동안 처리하였으며, pH 안정성은 DMSO에 용해시킨 추출물을 각각 pH가 4, 7, 10이 되게 조정하였다. 활성검정방법은 in-vitro 검정방법과 동일하게 수행하였다.

### 5. *Alternaria panax* 균에 대한 선발 추출물의 항균효과

#### 1) 접종원 배양 및 병원성 검정

본 실험에서 접종원으로 이용할 *A. panax* 균 분생포자의

대량 생산을 위해 배지와 광조건에 따른 포자생성량을 측정하였다. PDA (Potato Dextrose Agar), V8 Juice Agar 등 2종의 배지와 형광 및 NUV 두 가지 광조건 (12 hr Light, 12 hr Black)에서 수행하였으며 20°C의 배양기에서 5일간 배양하면서 Plate 당 포자생성량을 계수하여 접종원 배양을 위한 최적 조건을 조사하였다. 또한 포자접종 농도를 0~10<sup>5</sup>/ml로 달리하고 멸균수, V8 Juice 등 두 가지의 현탁액을 분무접종하고 25°C의 접종상 (상대습도 100%)에서 24시간 습실 처리한 후 25 ± 5°C의 온실에서 발병을 유도하였다.

#### 2) 선발 추출물의 포자발아억제 최소농도 측정

선발 추출물을 DMSO에 완전히 용해시킨 후 추출물의 농도가 0~1,000 ppm이 되도록 PDA 검정배지를 제작하였으며 배지상에 포함된 DMSO의 최종농도는 1% 이하가 되도록 하였다. 또한 0.5%의 Tween 20 용액속에 균일하게 현탁시킨 *A. panax* 분생포자를 10<sup>3</sup>/plate 농도로 검정 배지에 도말하고 25°C 배양기에서 24시간 경과 후 포자발아억제 최소농도 (MIC)를 측정하였다.

#### 3) In-vivo 활성검정

온실에서의 인삼점무늬병 방제효과를 조사하였다. 수원 작물과학원 인삼 재배포장에서 생육 중에 있는 무병의 2년근 재래종 인삼을 포트에 이식 후 1주일이 경과한 시점에서 지상부가 정상적으로 생육하고 있는 시료를 골라 실험에 사용하였다. 대조구로는 1%의 DMSO를 혼합하고 있는 0.5%의 Tween 20 용액을 사용하였으며 대조약제로 디페노코나졸수화제를 사용하였다. 각각의 처리구 마다 *A. panax* 포자현탁액 (V8 Juice 현탁)을 10<sup>5</sup>/ml의 농도로 분무접종 하였으며 2주 후 각 처리구별로 이병엽율을 측정하였다.

### 6. 항균활성 물질의 분리 및 정제

선발 추출물 40 g으로부터 항균활성 물질의 분리를 시도하였다. Silica gel column chromatography (CC, Wakogel C-200)를 이용하여 *n*-hexane, *n*-hexane (H): ethyl acetate (EtOAc) (HEA) 10:1, 4:1, EtOAc의 용매로 순차적으로 분획하고 TLC (Silica gel 60 F254, Merck)로 전개시켜 총 12개의 분획물을 얻었으며 이때 전개용매는 HEA, 4:1을 사용하였다. Paper disc법을 이용하여 항균활성 검정 후 활성보유 분획물을 silica gel column chromatography로 2차 분획하고 TLC (Silica gel 60 F254, Merck, HEA, 8:3)로 전개한 후 계속적으로 분획별 활성검정을 실시하여 최종적으로 화합물 I~V를 분리하였다 (Fig. 1).

### 7. 기기분석

분리한 화합물은 3200 QTrap ESI-LC/MSMS (Applied

Biosystems, USA)을 사용하여 분자량을 측정하였고, MS 데이터는 Analyst 1.4.2 (Applied Biosystem, USA) 운용 소프트웨어를

통해 얻어졌다. Negative ion mode, Q1/Full Scan Mode를 사용하여 100-1300 m/z 이내의 모든 ion을 검출하였다. Curtain gas 20 psi, Heated gas 온도 700°C, Nebulizer gas 1, 2는 각각 60 psi, Ion Spray Voltage -4500 eV, Declustering Potential 값 -70 eV, Entrance Potential 값 -10 eV로 하였다. 이동상은 이온화를 돕기 위해 각각 1 mM ammonium acetate를 첨가한 acetonitrile (ACN)과 3차 증류수를 사용하였다. Column은 Waters Acquity C18 (1.7 mm, 100 × 2.1 mm ID), 이동상 0.1% FA in water (A용매), 0.1% FA in ACN (B용매), 분석시간 0~12 min, A용매 (90% → 0%) B용매 (10% → 100%), 유속 0.5 ml/min, injection volume 2 µl, column 온도 30 °C였다.

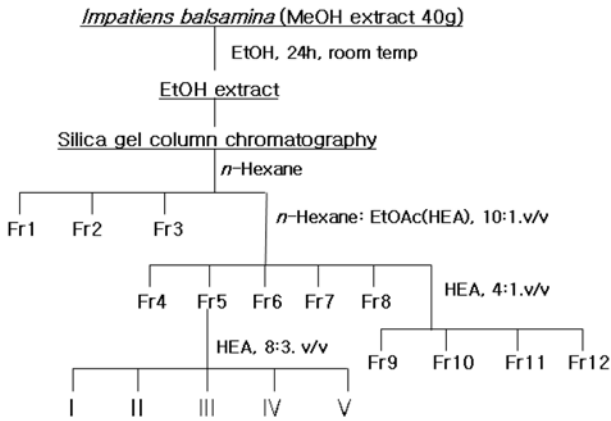


Fig. 1. Separation of antifungal compounds from methanol extract of *I. balsamina*.

### 결과 및 고찰

#### 1. 약용식물 메탄올 추출물의 항균활성

*A. panax*, *B. cinerea*, *C. destructans*, *Fusarium* sp. 등 4

Table 1. Antifungal activity of methanol extracts from medicinal plants.

Extract of medicinal plants	Inhibition zone (mm)				Extraction condition
	Ap <sup>†</sup>	Bc	Cd	Fs	
<i>Coptis chinensis</i>	25	–	26	–	A
<i>Impatiens balsamina</i>	32	30	–	18.5	B

†Ap: *A. panax*, Bc: *B. cinerea*, Cd: *C. destructans*, Fs: *Fusarium* sp.  
A: extraction with 70% methanol B: extraction with 100% methanol.

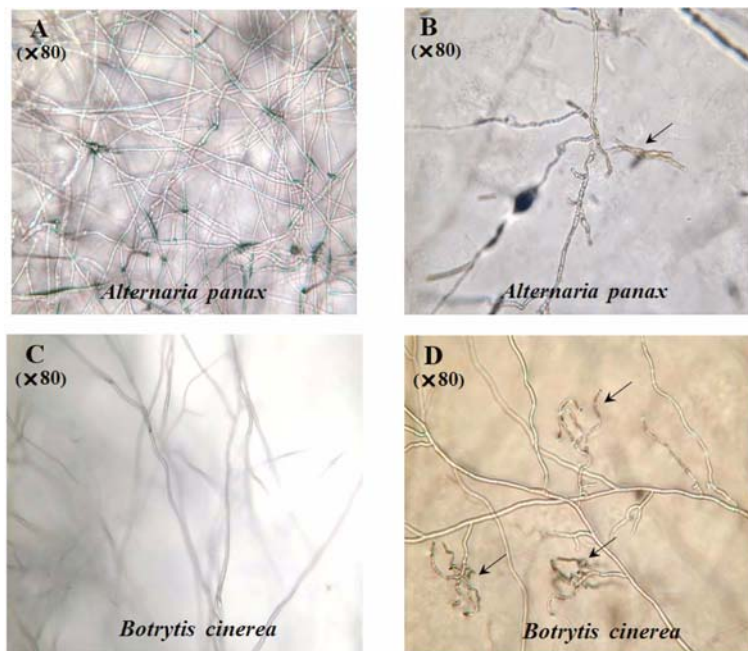


Fig. 2. Development of abnormal hyphae of gingeng pathogens treated by extract of *I. balsamina*. A, C: normal hyphae, B, D: abnormal hyphae.

종의 주요 인삼병원균에 대해 약용식물 추출물 150점의 항균 활성을 조사한 결과, 황련 (*Coptis chinensis*)과 봉선화 (*Impatiens balsamina*) 추출물이 2종류 이상의 균주에 대해 강한 항균활성을 보였다. 황련 추출물의 경우, *A. panax*, *C. destructans* 균에 대해 각각 25 mm, 26 mm의 생육 저지환을 형성하였으며, 봉선화 추출물은 *A. panax*, *B. cinerea*, *Fusarium* sp. 균에 대해 각각 32 mm, 30 mm, 18.5 mm의 생육 저지환을 형성하였으며 (Table 1), 광학현미경으로 검정배지상의 저지원이 형성된 부위의 *Alternaria* 균사말단에서 생육저해가 관찰되었다 (Fig. 2).

## 2. 열 및 pH 안정성

인삼병원균에 강한 항균활성을 보인 봉선화 (*I. balsamina*) 메탄올 추출물을 선별하여 물리·화학적 안정성을 평가하였는데 그 실험 결과는 Fig. 3과 같다. 40, 60, 80, 100°C의 온도에서 열처리 후 Paper disc법으로 항균활성을 검정해본 결

과, 대조구와 비교하여 활성의 정도가 변하지 않았음을 확인하였고 강산, 강염기의 조건에서도 그 활성의 정도가 변하지 않음을 확인하였다.

## 3. *Alternaria panax* 균에 대한 봉선화 추출물의 항균효과

### 1) *A. panax*의 포자 형성에 미치는 배지 및 광의 영향

인위적으로 *A. panax*의 분생포자를 형성시키기 위한 최적 조건을 조사하였다. Fig. 4의 결과와 같이 V8 Juice Agar 배지에서 형광조건으로 Plate를 밀폐하지 않고 3일간 배양 했을 때  $5 \times 10^5$  spores/Plate 이상의 포자를 대량으로 획득하였다. PDA배지보다는 V8 Juice Agar 배지에서 월등히 많은 양의 분생포자가 형성되었는데 PDA배지에서 sealing후 배양 했을 경우 전혀 포자가 형성되지 않았으며 NUV 보다는 형광조건에서 분생포자의 형성이 많았다. 따라서 특히 plate의 밀폐 여부 즉 통기 유무가 분생포자 형성에 중요한 요인으로 작용한다고 사료된다. 시간의 경과에 따른 포자생성 정도를 보면

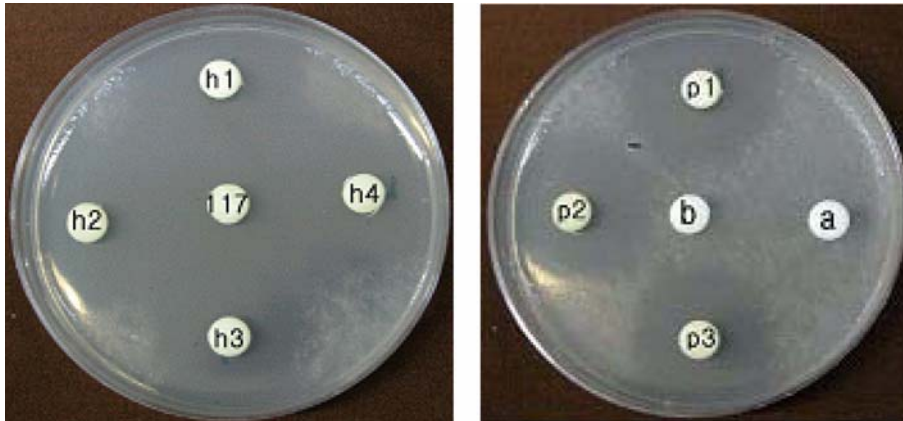


Fig. 3. Heat and pH stability of the methanol extract of *I. balsamina* examined by antifungal activity against *A. panax*. h1, h2, h3, h4: treatment of extract heated to 40, 60, 80 and 100°C, respectively; 117: non-heated positive control; p1, p2, p3: treatment of extract adjusted to pH 4, 7 and 10, respectively; a, b: check solution at pH 4 and 10, respectively.

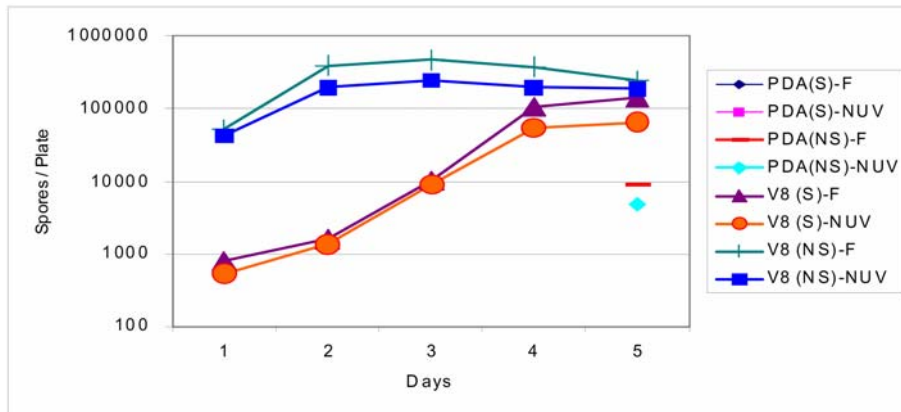


Fig. 4. Spore formation depending on media and light source. PDA: Potato Dextrose Agar; V8: V8 Juice Agar; S: Sealing; NS: Non sealing F: Fluorescence (12 hour light, 12 hour Black); NUV: Near ultra violet (12 hour light, 12 hour Black).

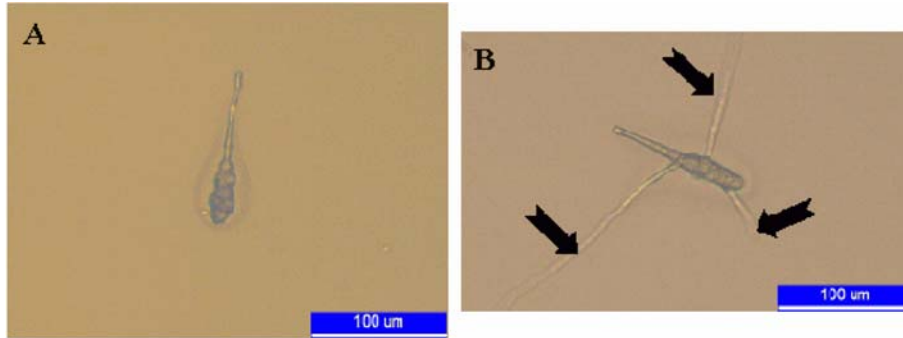


Fig. 5. Minimal inhibitory concentration (MIC) for inhibition of spore germination. A: Treated by 500 ppm, B: Control.

Plate를 sealing하지 않은 조건에서 배양 후 1일이 경과한 후에 현미경상으로 많은 포자가 관찰되었으나 5일이 경과한 후에는 모든 처리구에서 포자생성이 증가하지 않음이 관찰되었다.

#### 2) 포자 접종농도와 방법에 따른 점무늬병 발생 정도

식물체상에서 *A. panax*의 병원성 검정을 위해 접종농도와 방법을 달리 하여 조사한 결과, 포자를 멸균수에 현탁하여 접종하였을 경우  $10^5/ml$ 의 포자농도에서도 거의 병이 발생하지 않았다. 그러나, 포자를 V8 Juice에 현탁하여 분무접종을 하였을 경우  $10^2/ml$ ,  $10^3/ml$ ,  $10^4/ml$ ,  $10^5/ml$ 의 농도에서 각각 20, 60, 80, 100%의 이병엽율을 보였다. 위의 결과로부터 인위적으로 *A. panax* 균을 접종하고 병을 일으키기 위해서는, 접종시 발아관의 생성 및 침입하기까지 균의 생육에 필요한 영양분이 필요함이 유추되었다.

#### 3) 봉선화 추출물의 포자발아억제 최소농도 측정

봉선화 메탄을 추출물의 *A. panax* 균의 포자발아억제 최소농도를 측정된 결과, 500 ppm 이상의 농도에서 포자의 발아가 완전히 억제되었으며 (Fig. 5) 이 농도를 온실에서의 *In-vivo* 활성검정 농도로 설정하였다.

#### 4) *In-vivo* 활성검정

온실에서 봉선화 메탄을 추출물의 인삼점무늬병 (*Alternaria blight*) 방제효과를 조사한 결과는 Fig. 6에서 보는바와 같다. 봉선화 메탄을 추출물을 처리했을 때의 이병엽율은 13%로 등록약제 처리시 이병엽율 9%에 비해 다소 높았으나 무처리 대조구 35% 등 타처리구 보다 낮은 이병엽율을 보여 방제제로서의 가능성을 보였으며 선발 추출물의 제형화 등 추후 포장에서의 방제효과 검증 시험이 필요하다.

#### 4. 항균 활성물질의 정제 및 동정

봉선화 메탄을 추출물을 Silica gel column chromatography 및 유기용매로 순차추출하고 얻어진 추출물들을 TLC (Silica

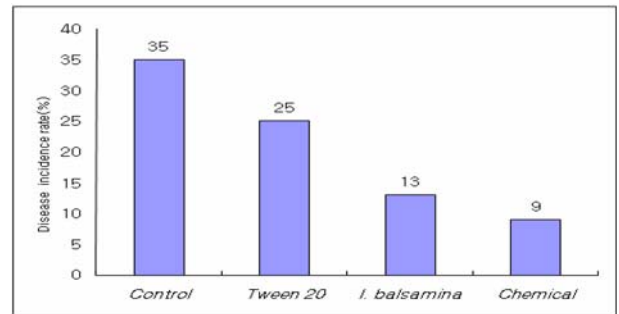


Fig. 6. *Alternaria* blight incidence rate depending on each treatment.

gel 60 F254, Merck, HEA = 4 : 1, 47%  $H_2SO_4$ )로 12개의 분획물을 얻었다.  $10^4/ml$ 로 분생포자를 PDA 배지상에 도말하고 Paper disc법을 이용하여 분획물 처리 후 25°C에서 배양하였을 경우 5번 분획물만이 항균활성을 가지고 있음을 확인하였고 형성된 저지원의 크기가 30일 이상 변하지 않고 유지됨을 관찰하였다 (Fig. 7). 활성 분획물을 Silica gel column chromatography로 2차 분획하고 TLC (Silica gel 60 F254, Merck, HEA, 8 : 3)로 전개한 후 계속적으로 분획별 활성검정을 실시하고 활성분획을 분리 정제하여 최종적으로 화합물 I~V를 분리하였고 이들 화합물의 분자량을 3200 QTrap ESI-LC/MSMS (Applied Biosystems, USA)로 측정된 결과 화합물 I~V의 분자량은 각각  $m/z$  562, 188, 340, 370, 176이었으며 이중 분자량 188의 화합물 II를 High resolution-LC/MS/MS로 분석하여  $C_{11}H_8O_3$ 의 분자식을 가진 화합물로 Kang *et al.* (1992)은 봉선화 메탄을 분획물을 hexane : ethyl acetate (2 : 1) 전개용매로 TLC에 전개하여  $R_f$ 값 0.64인 항균활성물질 2-methoxy-1,4-naphthoquinone을 분리한 바 있으며 이 실험에서 분리한 화합물 II를 같은 전개용매 조건에서 TLC에 전개시  $R_f$ 값이 0.63로 거의 유사하였으며, NIST (National Institute of Standards and Technology, USA)의 데이터베이스 검색을 통하여 봉선화에 존재하는 화합물 2-methoxy-1,4-naphthoquinone으로 동정하였다.

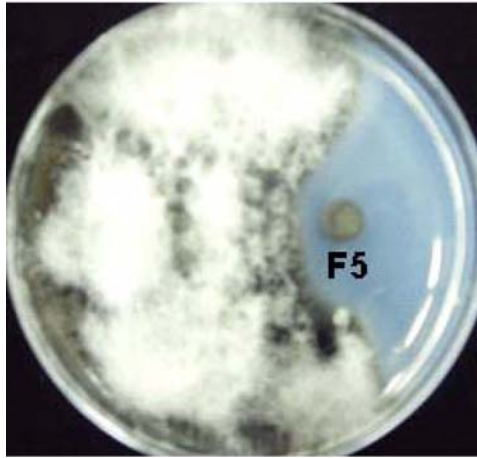


Fig. 7. Antifungal activity of Fr 5 against *A. panax*.

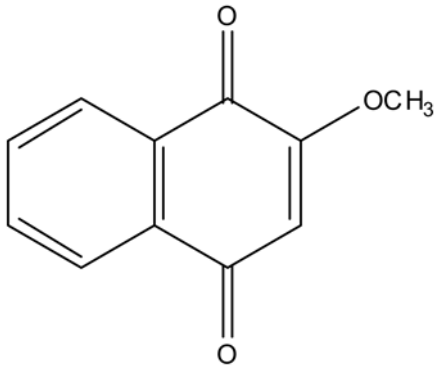


Fig. 8. Chemical structure of isolated compound II, 2-methoxy-1, 4-naphthoquinone.

John *et al.* (1948)은 화합물 2-methoxy-1,4-naphthoquinone 이 *Monilinia fructicola*, *Collectotrichum lindemuthianum*, *Penicillium notatum* 등의 균에 대해 항균 활성을 가진 것으로 보고하였으며 Kang *et al.* (1992)은 봉선화의 메탄올 추출물을 가지고 *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans* 및 *Trichoderma viride*에 대한 항균활성을 검정한 결과 ether 분획물에서 항균 활성을 나타냈으며 활성물질을 분리 정제하여 그물질을 2-methoxy-1,4-naphthoquinone으로 구명한 바 있다. 그 밖에 봉선화로부터 분리한 단백질 Ib-AMP1, Ib-AMP4 등의 항균활성 능력이 보고되어지고 있다 (Lee *et al.*, 1999; Karin *et al.*, 2005).

따라서 이번 연구에서 150점의 약용작물 메탄올 추출물을 이용해 인삼점무늬병균(*A. panax*)에 대한 항균활성을 검정하고 선발된 봉선화 메탄올 추출물을 silica gel column chromatography, 유기용매 및 TLC를 이용하여 분리 정제하여

ESI-LC/MS/MS 기기 분석을 통해 활성물질을 동정하고 기존 문헌상의 결과를 종합적으로 고찰하여 볼 때 봉선화 메탄올 추출물로부터 분리한 화합물 2-methoxy-1,4-naphthoquinone이 인삼점무늬병균 (*A. panax*)에 항균활성을 나타내는 유효성분 일 것으로 판단된다.

## LITERATURE CITED

- Yu SH, Yun HK, Kim WG, Lee YH and Lee EJ. (1992). Alternaria leaf spot of *Aralia cordata* caused by *Alternaria panax*. Korean Journal of Plant Pathology. 8:81-84.
- Yu SH. (2001). Korean species of *Alternaria* and *Stemphylium*. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p. 85, 100.
- Lee EJ, Lee YH, Cho WD, Kim WK and Jin KS. (1991). Compendium of medicinal plant diseases with plates. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p. 90-91.
- De Waard MA, Georgopoulos SG, Hollomon DW, Ishii H, Leroux P, Ragsdale NN and Schwinn FJ. (1993). Chemical control for plant disease : problems and prospects. Annual Review of Phytopathology. 31:403-421.
- Paik SB and Oh YS. (1990). Screening for antifungal medicinal plants controlling the soil borne pathogen, *Pythium ultimum*. Korean Journal of Mycology. 18:102-108.
- Paik SB, Kyung SH, Doh ES, Oh YS and Park BK. (1994). Screening and identification of fungicidal compounds derived from medicinal plants against cucumber powdery mildew. Korean Journal of Environmental Agriculture. 13:301-310.
- Yu SY, Kim JC, Kim YS, Kim HT, Kim SK, Choi KJ, Kim JS, Lee SW, Heu JH and Cho KH. (2001). Antifungal activities against plant pathogens of coumarins isolated from *Angelica gigas* and *Angelica dahurica*. The Korean Journal of Pesticide Science. 5:26-35.
- Choi GJ, Kim JC, Jang KS, Lee SW, Kim JS and Cho KY. (2002). Antifungal activities of several plant extracts against wheat leaf rust. The Korean Journal of Pesticide Science. 6:87-95.
- John EL, Thomas JS and Murray WF. (1948). Isolation and antifungal action of naturally occurring 2-methoxy-1,4-naphthoquinone. The Journal of Biological Chemistry. 174:335-342.
- Kang SC and Moon YH. (1992). Isolation and antimicrobial activity of naphthoquinone from *Impatiens balsamina*. Korean Journal of Pharmacognosy. 23:240-247.
- Lee DG, Shin SY, Kim DH, Seo MY, Kang JH, Lee YH, Kim KL and Hahm KS. (1999). Antifungal mechanism of a cysteine-rich antimicrobial peptide, b-AMP1, from *Impatiens balsamina* against *Candida albicans*. Biotechnology Letters. 21:1047-1050.
- Karin T, Isabelle EJA, Lolke S, Aart VA, Wim MM, Rob M, Truus P, Willem FB and Bruno PA. (2005). Antifungal activity of synthetic peptides derived from *Impatiens balsamina* antimicrobial peptides b-AMP1 and b-AMP4. Journal of Peptides. 26:1113-1119.